

Fullskala dokumentasjon; mikroalger som kilde til langkjedede omega-3

I et fullskalaforsøk på Helgeland ble laks fôret med mikroalger frem til slakt. Resultatene viste at økonomisk viktige parameterne som tilveksthastighet, fôrutnyttelse, overlevelse og filet kvalitet ikke ble negativt påvirket. Med lave oljeutbytter i fiskeriene i Peru som bakteppe er nye kilder helt nødvendig for å dekke dagens og fremtidige behov for langkjedede omega-3 i kommersielle fiskefôr.

Kjell Måsøval og Vegard Denstadli,
BioMar A/S
vegde@biomar.com

Tilgang på langkjedede omega-3 fettsyrer er en av de største flaskehalsene for videre vekst og utvikling av laksenæringen. I en utredning på oppdrag fra Norges forskningsråd i 2001 peker forfatterne Waagbø, Austreng og Torrisen på dette, og i sammendraget står følgende: «Mangel på marint fett vil bli den første begrensede faktor, men protein til en rimelig pris kan også komme til å bli mangelvare» (Waagbø et al., 2001). De hadde selvsagt rett – spesielt med tanke på marint fett. Den begrensede globale tilgangen på fiskeolje førte til at det i perioden mellom 1995 og 2015 ble bevilget betydelige ressurser til universiteter og forskningsinstitutter nettopp for å bidra til å løse denne utfordringen. Fôrselskapene jobbet parallelt med å løse dette problemet. For å kunne møte det økte fôrbehovet ble den kortsiktige løsningen å erstatte fiskeolje med planteolje. Rundt år 2000 var det snakk om moderate inklusjoner av

planteoljer. Etter hvert som produksjonen av laks og fôrbehovet økte, ble konsentrasjonen av EPA og DHA redusert ved at planteoljeandelen i oljemiksen gikk ytterligere opp. Etter hvert ble spørsmålet hvor langt denne strikken kunne tøyes uten at gikk utover laksens helse og uten at sluttproduktet ble sett på som annenrangs fra et konsumentperspektiv (FHF, 2013). Samtidig var det et sentralt poeng at det globale utbudet og tilgangen på EPA & DHA måtte økes.

Rundt 2010 var det en slags konsensus om at olje fra genmodifiserte planter skulle erstatte og/eller supplere fiskeoljen. Slik gikk det ikke, og dette var/er i all hovedsak knyttet til mangel på markedsaksept. Mikroalger var derimot et akseptabelt alternativ og fokuset dreide dermed i denne retningen. I 2016 introduserte BioMar for første gang heterotrofe, ikke-GM mikroalger i kommersielle fôr til laks.



Bilde 1. Forsøkslokaliteten Seiskjæret sør for Sandnessjøen.

Med store fermenteringsenheter kom kostnadene ned til et akseptabelt prisnivå og sammen med foregangsbedrifter som Lerøy og Kvarøy fiskeoppdrett, som aksepterte en noe høyere fôrpris, var bruk av mikroalger i fôr et faktum. Til å begynne med ble mikroalgene primært brukt til å øke mengden EPA og DHA i fôret. Mikroalgeoljen ble altså lagt «på toppen» av den mengden fiskeolje som allerede fantes i reseptene. I dag benyttes mikroalger stort sett i alle våre kommersielle fôr, men mengden og graden av utbytting med fiskeolje varierer nokså mye fra kunde til kunde.

Fiskeolje fra villfanget fisk inneholder marine kontaminanter som dioksiner og PCB. Opphavet til disse kontaminantene er i all hovedsak utslipp og dumping fra europeisk plast og kjemiindustri på 1900 tallet. Disse stoffene har lang nedbrytningstid og de akkumuleres i den marine næringskjeden. Fiskeoljen som benyttes i fôr renses, men renseeffekten kan være variabel og utgangskonsentrasjonen ulik avhengig av fiskeslag og trofisk nivå. Kontrollert produksjon i et lukket fermenteringssystem gjør at mikroalgene ikke inneholder disse marine kontaminantene. På en annen side er fiskeoljen er en mer komplett råvare med tanke på innhold av næringsstoff enn mikroalgene, men dette kan enkelt suppleres og balanseres i optimering i de tilfellene dette er nødvendig.

Spesielt for mikroalgen (*Schizochytrium* sp.) som ble benyttet i dette forsøket er at den i hovedsak inneholder DHA – ikke EPA. Disse to fettsyrene har ulike funksjoner.



Bilde 2. Laks fôret med mikroalger klargjøres til salting og røyking hos Sandnessjøen fiskeforretning. Pigmentinnholdet ved slakt endte i snitt på 7,9 mg/kg.

Retensjonen av DHA i fiskekjøttet er mer effektiv og DHA brennes ikke av til energiformål i like stor grad som EPA. Fettsyren DHA blir også sett på som viktigere i et humanhelseperspektiv («brain food»). Samtidig blir det spekulert om EPA kan spille en rolle jf. laksens robusthet da den er vist å ha antiinflammatorisk effekt. Den isolerte effekten av disse fettsyrene i en reell produksjonssetting er fremdeles er mangelfullt beskrevet i litteraturen.

Hovedformålet med forsøket var å dokumentere om et fôr med mikroalger som eneste kilde til langkjedede omega-3 ga like god ytelse, overlevelse og kvalitet som et fôr med fiskeolje under kommersielt relevante produksjonsforhold.

FORBEDRET FISKEHELSE

Med markedsledende oksygensensor

- Optisk høykvalitetsmåling gir høy nøyaktighet, langtidsstabilitet og lavere driftsutgifter.
- Kontinuerlig oversikt over oksygenivå
- Føring til rett tid
- Økt tilvekst

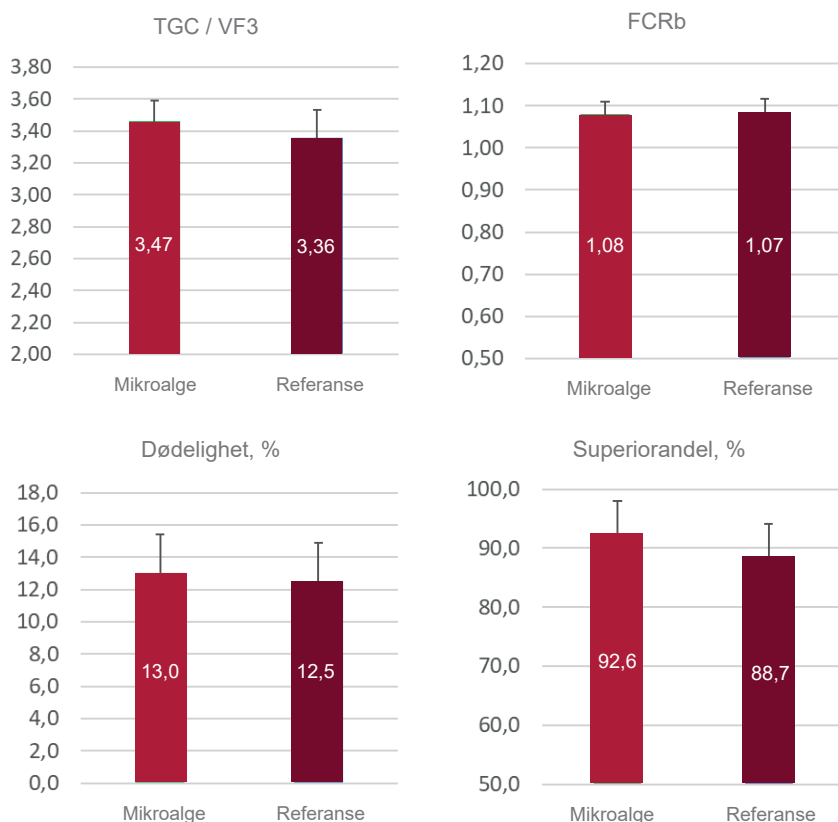




For tekniske notater, opplæring og produkt informasjon, besøk: [Aanderaa.com/rcm-blue](https://www.aanderaa.com/rcm-blue)



a xylem brand



Figur 1. Produksjonsdata fra forsøket. Vekstfaktor (VF3), biologisk førfaktor, dødelighet og superiorandel hos laks som har fått mikroalger vs. fiskeolje som kilde til langkjedede omega-3.

Forsøksdetaljer

Forsøket ble gjennomført hos LetSea på lokaliteten Seiskjæret rett sør for Sandnessjøen på Helgeland (Bilde 1). Totalt 615 000 fisk ble satt ut i juli 2020 og fordelt i åtte 120-metringer. Forsøksfôrene ble produsert hos BioMar A/S, Myre. De to fôrene ble formulert til å ha samme innhold av fordøyelig energi, fordøyelig protein og andre relevante næringsstoff ved alle pelletstørrelser. Det eneste som skilte forsøksfôret med mikroalger fra referansefôret var at det ikke ble brukt fiskeolje for å oppnå riktig konsentrasjon EPA og DHA i fôret (7,5 % av fettsyrene). Utover dette var fôrene like. Av langkjedede omega-3 fettsyrer inneholder mikroalgekilden (*Schizochytrium* sp.) i all hovedsak DHA. Kun med noe bidrag fra fiskemel var det lave nivåer av EPA i forsøksfôret med mikroalger. Forholdet i konsentrasjon mellom EPA og DHA var derfor forskjellig mellom referansefôr- og forsøksfôr med mikroalger. Når fiskeoljen i

sin helhet ble byttet ut med mikroalger ble det også en relativt stor forskjell i sterolnivå. Dette ble ikke balansert i optimering. De to fôrene ble fordelt i fire merder hver (4+4) i et randomisert oppsett. Fôring og daglig røkt fulgte normale rutiner og det ble gjennomført avlusninger når dette krevdes. Det ble gjennomført totalt fire runder med avlusning i forsøksperioden (Thermolicer). Ved slakt ble det tatt ut filet fra mikroalgegruppen som ble analysert for fremmedstoffer sammen med andre animalske matvarer.

Røyke kvaliteten av den mikroalgefôrene laksen ble vurdert av lokalt røykeri i Sandnessjøen.

Resultat og diskusjon

Forsøket gikk etter planen og resultatene viste at verken appetitt eller fôrutnyttelse ble negativt påvirket av at fiskeoljen var byttet ut med mikroalger. Gjennomsnittlig slaktevekt ved endt forsøk var 5,4 kg.

Oppnådd vekstfaktor (VF3/TGC) i gruppen som hadde fått mikroalger var 3,47 med en biologisk førfaktor på 1,08 ferdig utslaktet (Figur 1). Det var ingen signifikante forskjeller i tilvekst og førfaktor mellom gruppene og heller ingen signifikante forskjeller i avgang/dødelighet i forsøksperioden. Årsakene til dødelighet var sammensatte, men var i hovedsak knyttet til vintersår, behandling og tap etter utsett. Pigmentinnholdet ved slakt endte på 7,9 mg/kg og superiorandelen var 92,6 % i gruppen som hadde fått mikroalger. Vi hadde ikke mulighet til å kvantifisere melaninfrekvens på slakteriet, men det ble registrert ved en industritest. Selv om utvalget var noe begrenset var det numerisk lavere melaninfrekvens i gruppen som hadde fått mikroalger. God pigmentering og positiv melanineffekt samstemmer godt med tidligere forsøk med DHA rike fôr (Mørkøre et al., 2022).

Konsentrasjonen av EPA og DHA i NQC ved forsøkets slutt viste at det var noe høyere nivå i muskel hos laks fôret med mikroalger (Figur 2). Dette skyldes trolig en noe høyere retensjon av DHA enn EPA og det bekrefter kjent kunnskap og teori. Det var likevel en god del mer EPA i NQC og fiskekjøtt (14 % av total EPA+DHA) sammenlignet med nivået av EPA fôret (6 % av total EPA+DHA) noe som tilsier at det hadde vært en viss grad for retrokonversjon. Dette er også vist i kontrollerte småskalastudier der man har fôret fisk med DHA som eneste kilde til langkjedede omega-3.

Et av spørsmålene vi ønsket svar på var om endret sterolbalanse/ratio ville påvirke produksjonsresultatene. Animalsk og marint fett inneholder kolesterol mens rapsoljen inneholder fytosteroler. Effekten av disse sterolene, både alene og i samspill, er undersøkt i kontrollerte forsøk (bl.a. FHF prosjekter) men det er fremdeles noe uklart hvilken rolle disse har og hvilke ratioer mellom de som er å anbefale og om dette vil ha noe målbar effekt på kommersielt relevante produksjonsparametre. Laksen har evne til å produsere kolesterol selv (de novo syntese). Spørsmålet er om det er en kostnad knyttet til syntesen av kolesterol som i sin tur kan ha negativ påvirkning på laksens ytelse og produktkvalitet. Ut fra dette resultatet ser det ikke ut til at det er

behov for å kompensere for dette da både ytelse og produktkvalitet var svært god i dette forsøket. Det ble sendt en batch til det lokale røykeriet i Sandnessjøen. Dette var riktignok ikke en vitenskapelig objektiv undersøkelse, men tilbakemeldingene var at dette var et produkt som ga utmerket røykekvalitet med god tekstur og lite fettslipp (Bilde 2).

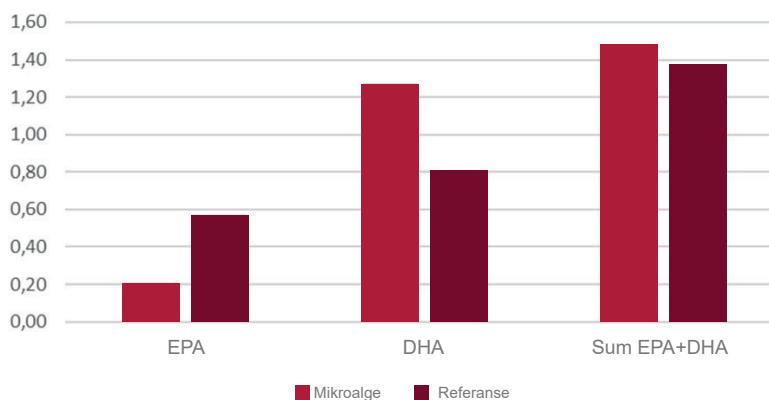
I 2018 kom EFSA med nye anbefalinger knyttet inntak av dioksiner og dioksinliknende PCB. Anbefalt maksimalt daglig inntak ble redusert fra 14 pg/g per kg kroppsvekt til 2 pg/g. I denne sammenheng rettes ofte søkelyset mot sjømat da dette er en matvaregruppe som kan ha høyt innhold av disse kontaminantene. Mens maten og byttet til villfanget fisk ikke kan kontrolleres, er dette imidlertid fullt mulig hos oppdrettslaks. Det er også slik at disse komponentene gjenfinnes i annen fettrik mat som det konsumeres mye av. Mikroalgeførene laks ble sendt til analyse hos Eurofins sammen med andre fettrike matvarer som kjøttdeig, bacon og smør (Figur 3).

Disse tallene er sammenstilt med analyser av villfanget laks gjennomført tidligere (4-9 kg størrelse, Namsen), som for øvrig samstemmer godt med publiserte tall fra Nifes/Havforskningsinstituttet (Lundbye et al., 2017). De analyserte verdiene viser at det kan produseres laks med betydelig lavere kontaminantnivå enn det som er funnet i villfanget laks. Resultatene viste også at laksen som fikk fôr med mikroalger hadde nivåer av marine kontaminanter på nivå med andre animalske produkter. Med denne type råvare kan altså innholdet av langkjedede omega-3 i laksen økes samtidig som nivået av marine kontaminanter holdes på et svært lavt nivå.

Konklusjon

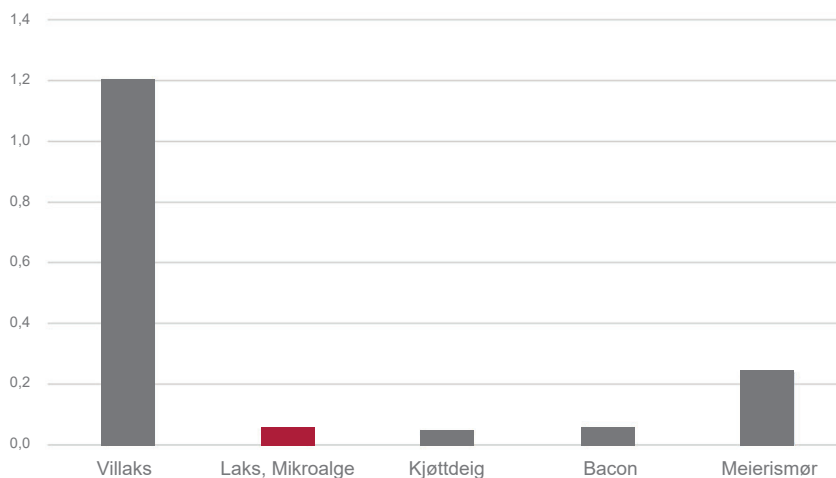
Forsøket viste at det er fullt mulig å produsere laks føret med mikroalger – helt uten fiskeolje – under kommersielle betingelser uten at dette går utover økonomisk viktige produksjonsparametre og produktkvalitet. Dette er godt nytt med tanke på fremtidig råvarefleksibilitet og det gir norsk oppdrettsnæring flere ben å stå på for å sikre en effektiv, sunn og trygg laks med den kvaliteten som forbrukeren forventer •

EPA & DHA, g/100 g NQC



Figur 2. Konsentrasjon av EPA og DHA i laksmuskel/NQC ved forsøkslutt.

dioksiner og dl-PCB, pg/g produkt



Figur 3. Innhold av dioksiner og dioksinliknende PCB i mikroalgeføret laks sammenlignet med villaks, kjøtt og smør (analyser, Eurofins).

Referanser:

FHF, 2013. *Anbefalt nivå av marint omega-3 i fôr til laks for å møte mulig knapphet på fiskeolje*. Rapport fra ekspertutvalg nedsatt av bransjegruppe havbruk FHL.

Lundbye AK, Lock EJ, Rasinger JD, Nøstbakken OJ, Hannisdal R, Karlsbakk E, Wennevik V, Madhun AS, Madsen L, Graff IE, Ørnstrud R. *Lower levels of Persistent Organic Pollutants, metals and the marine omega-3-fatty acid DHA in farmed compared to wild Atlantic salmon (Salmo salar)*. Environ Res. 2017 May; 155:49-59. doi: 10.1016/j.envres.2017.01.026. ePub 2017 Feb 9. PMID: 28189073.

Mørkøre, T., Larsson, T., Jiménez-Guerrero, R., Moreno, H., Borderias, J., Ruyter, B., Standal, I.B., Sarno, A., Evensen, Ø., Dessen, J.-E., Rørvik, K._A., Hamre, K., Andersen, Ø., Wakamatsu, K., Ito, S., Gannestad, K.H., Xu, C., Østbye, T.-K., Hillestad, B., Torgersen, J. og Bæverfjord, G., 2022. *Nofima rapport 27/2022*. ISBN: 978-82-8296-729-7, ISSN 1890-579X. 69 sider + 4 sider vedlegg.

Waagbø, R., Austreng, E., Torrissen, O. J. 2001. *Fôr og fôrmidler – den største utfordringen for vekst i norsk havbruk*. Norges forskningsråd.